



Global Navigation Satellite Systems (GNSS) i fältförsök *Global Navigation Satellite Systems (GNSS) in field trials*

Lena Haby och Johan Mickelåker

Jordbruk – odlingssystem, teknik och produktkvalitet, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Rapport 2010:9

ISSN 1654-5427

ISBN 978-91-86373-16-0

Alnarp 2010



LANDSKAP TRÄDGÅRD JORDBRUK

Rapportserie

Global Navigation Satellite Systems (GNSS) i fältförsök

Global Navigation Satellite Systems (GNSS) in field trials

Lena Haby och Johan Mickelåker

Jordbruk – odlingssystem, teknik och produktkvalitet, SLU Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap

Rapport 2010:9

ISSN 1654-5427

ISBN 978-91-86373-16-0

Alnarp 2010

Kontaktuppgifter till författarna:

Lena Haby, SLU Alnarp, Område Jordbruk - odlingssystem, teknik och produktkvalitet
lena.haby@ltj.slu.se
Tel. 040-415151

Johan Mickelåker, DataVäxt AB
jmi@datavaxt.se
Tel. 0514-650200

Projektet har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning

Innehållsförteckning

Sammanfattning	7
Del 1	7
Sammanfattning av de två gränsningsmetoderna	7
Del 2	8
Summary	9
Part 1	9
Summary of the two methods for marking field boundaries.....	9
Part 2	10
Bakgrund	11
Automatiska styrsystem	11
Positionering via GNSS	11
Syfte	11
Mål	11
Del 1. Gränsning med GNSS	12
Material och metoder	12
Autostyrning hos HS Malmöhus	12
Autostyrning hos HS Konsult AB	12
Manuell gränsning.....	13
Gränsning med GNSS-generell beskrivning	13
Principerna för GNSS-gränsning med Trimble autostyrning.....	14
Arbetsgång	14
Genomförande och resultat av gränsning med GNSS.....	15
Förutsättningar	15
Resultat.....	15
Manuell gränsning av en ”fyra”	17
Manuell gränsning av en ”fyrklöver”	17
GPS-gränsning av en ”fyra”	20
GPS-gränsning av en ”fyrklöver”	20
Tidsstudie	21
Inmätning med RTK-GPS av gränsade ytor	21
För och nackdelar med metoderna	22
Erfarenheter från försökspatrullerna av gränsning med GNSS.....	23
Del 2. Datainsamling med GNSS.....	26
Registrering av avläsning i försök med hjälp av GNSS-positionering	26
Beskrivning av arbetsmetodik.....	27
Fotografering med positionsregistrering	27
Bildanalys.....	27
Data till rätt rutnummer	28
Referenser.....	31
Bilaga 1	32
Fristående program med bildanalysmetod för ogräsförekomst i stråsäd.....	32
Bakgrund	32
Programmet	32
Kommandomenyn	32
Setup-menyn.....	33
View-menyn	33
Fortsatt arbete.....	37

Sammanfattning

Fältförsök ”gränsas” för att skördemätningar ska representera lika stor yta i varje försöksparcell, samt för att enklare orientera sig i försöket. Gränsningen görs normalt med en herbicid. Precision i gränsningen är mycket viktig. Manuell markering och gränsning av fältförsök är resurskrävande och innebär nära kontakt med och exponering av bekämpningsmedel för utförarna. Automatiska styrsystem som används i jordbruket skulle kunna användas för att med hög precision navigera i fältförsök. Projektet bestod av två delar. Det övergripande syftet var att hitta metoder som effektiviserar försöksutförandet.

Del 1

Första delen av projektet syftade till att få till stånd två i praktiken användbara system för GNSS-baserad (Global Navigation Satellite Systems) navigation vid åtgärder i fältförsök, samt att studera möjligheter och hinder för att använda denna teknik. Detta utfördes hos HS Malmöhus och HS Konsult.

Båda försökspatrullerna har använt gränsningsutrustningen relativt mycket under ordinarie arbete i deras fältförsök under sommaren och hösten 2009. Kontrollmätning av GNSS-gränsade försök har visat att metoden ger god precision. Båda patrullerna är mycket nöjda med den nya gränsningsmetoden och har bestämt sig för att investera i utrustning för att fortsätta gränsa med GNSS även efter att projektet avslutas.

I rapporten beskrivs lämplig arbetsgång för GNSS-gränsning. De deltagande hushållningssällskapen önskar en fortsättning på projektet för att utforma rutiner för olika arbeten, samt för att undersöka hur GNSS som monteras på försöksutrustning kan användas för dokumentation till certifieringsprogram av olika åtgärder såsom ex. sprutning. Dokumentation av försöksplatsen med GNSS-koordinater kan även vara intressant för att gå bakåt i historiken på ett fält. Detta för att undvika att försök delvis läggs över en gammal försöksyta vilket då ger olika förutsättningar inom den nya försöksytan.

Sammanfattning av de två gränsningsmetoderna

Manuell gränsning

- + Lätt att styra var sprutmedlet ska hamna
 - Kräver minst två personer
 - Sprutning för gränsning utförs vanligtvis med ryggspruta → nära kontakt med och exponering av bekämpningsmedel
 - Kan vara tungt samt ge upphov till snedbelastningar på kroppen vid sprutning
 - Tidskrävande

GNSS-gränsning

- + Kräver endast en person
- + Avsevärt snabbare än manuell gränsning (en tidsbesparing på ca 75 %)
- + Mindre tungt arbete
- + Minskad kemikalieexponering
- + Andra kemiska preparat som ger snabbare effekt men som ur hanteringssynpunkt är farligare, ex Reglone, kan användas
 - Lära känna tekniken (går dock relativt snabbt)
 - Kräver ett visst antal synliga satelliter och kontakt med RTK-korrektionssignal. Med god planering och förberedelser så är detta oftast inget problem
 - Med autostyrning som kopplas på ratten har sprutan svårt att hitta kursen efter stopp eller backning. För att inte få en krokig linje i starten måste sprutan därför startas i

farten. Detta problem finns inte om man investerar i en dyrare styrutrusning som istället kopplas på hydrauliken för styrningen

- Det krävs en viss körsträcka fram till försöket för att maskinen ska hinna styra in i exakt rätt spår

- Alternativ 1: Gränsa direkt utan förberedande databehandling
 - Alternativ 2: Rita ut försöket, inkl. körlinjer, i GIS (geografiska informationssystem) på kontoret. Kör enligt de digitala körlinjerna (styrfil) i fält
- Alternativ 2 ger möjligheten att planera försökets placering i förhållande till fältets övriga körspår. Det är också möjligt att ta hänsyn till befintliga data om fältet, t ex mätningar med EM 38, skördemätningar, tidigare försöksplacering etc.

Del 2

Andra delen i projektet syftade till att ge förslag på hur registreringar och åtgärder i försöken kan dokumenteras och analyseras med hjälp av GNSS och GIS. Detta för att underlätta hantering av försöksdata, samt minska risken för fel.

I detta projekt har en arbetsmetodik för ogräsräkning med hjälp av bildanalys utarbetats och beskrivs i rapporten. Målet har inte varit att få fram ett helt färdigt verktyg som direkt kan användas i fält, utan snarare att beskriva metoden för hur ett sådant verktyg skulle kunna konstrueras.

Summary

In field trials boundaries are marked with herbicides to make sure that yield measurements will represent areas of equal size as well as to make the orientation in the trial easier. The marking is normally done with a herbicide. The precision when marking the boundaries is of great importance. Manual marking of field trial boundaries with herbicides is time consuming. The workers will also be in close contact with and exposed to the herbicide. Automatic steering systems used in agriculture would be of potential use for high precision navigation in field trails. The project consists of two parts. The over all aim was to find methods to make trial performance more efficient.

Part 1

The aim of project part one was to start up two functioning systems for GNSS-based (Global Navigation Satellite Systems) navigation to be used in field trial measures and to study the possibilities and obstacles for using this technique. This was done in conjugation with HS Malmöhus och HS Konsult.

Both the trial patrols have used the equipment for GNSS-marking relatively much in their ordinary work with field experiments during the summer and autumn of year 2009. The method has shown good precision when GNSS-marked trials have been control measured. Both patrols are very satisfied with the new marking method and have decided to invest in the equipment required to continue GNSS-marking even after the project has ended.

In the report a suitable sequence of work for GNSS-marking is described. The companies that took part in the study hope for a continuation of the project to create routines for different tasks. They would also like to see how GNSS mounted on trial equipment can be used as documentation of different measures as spraying, in certification programs. Documentation of the trial spot with GNSS-coordinates can also be of interest to make it possible to go back in history of the field. This could be used to avoid that a trial is partly overlapping an old trial area, which would give different basic conditions for the plots in the new trial.

Summary of the two methods for marking field boundaries

Manual marking

- + Easy to control where the herbicide is placed
 - At least two persons is needed
 - Spraying the boundaries is normally conducted with a knapsack sprayer → close contact with and exposure by herbicides
 - Can be heavy and cause ergonomic problems from asymmetric load from the sprayer
 - Time consuming

GNSS-marking

- + Only one person is needed
- + Much faster than manual marking (a time reduction of about 75%)
- + Reduced exposure to chemicals
- + Other herbicides that have a faster effect but are more hazardous for the operator, e.g. Reglone, can be used.
 - Get familiar with the technique (does not take very long)
 - A certain number of visible satellites are required as well as a RTK correction signal. With planning and preparation this is normally not a problem.
 - With auto steering mounted on the steering wheel, the sprayer has difficulties in finding the right direction after a stop or after reversing. To avoid getting a winding line in the start, the spraying must be started on the go. This problem does not exist if

investing in more expensive equipment that is connected to the hydraulics of the steering.

- A certain distance has to be driven before entering the trial to give the machine enough of time to find the right track
- Alternative 1: Spray the boundaries directly without previous data handling
- Alternative 2: Draw the trial, including tramlines, in GIS (geographic information system) at the office. Navigate after the digital tramlines (steering file) in the field. Alternative 2 makes it possible to plan the placement of the trial in relation to the tramlines in the field. It is also possible to take existing data of the field into account, e.g. EM 38 measurements, yield measurements, location of earlier trials etc.

Part 2

The aim of the second part of the project was to give suggestions of how registration and measures in trails can be documented and analyzed by GNSS and GIS. That would make the handling of trial data easier and would decrease the risk of mistakes.

In this project a methodology for weed counting through image analysis has been prepared and described in the report. The goal has not been to produce a complete tool that could be used in the field straight away. It was rather to describe the method of how such a tool could be constructed.

Bakgrund

Fältförsök genomförs årligen på flera olika platser. Ofta sker det slutgiltiga beslutet om försökets placering i fält strax innan de behandlingar som man avser studera ska genomföras. Försöket ”gränsas” för att skördemätningarna ska representera lika stor yta i varje försöksparcell, samt för att enklare orientera sig i försöket. Precision i gränsningen är viktig för att undvika onödig variation i skörderesultatet. Markering och gränsning av fältförsök är resurskrävande och kräver minst två personer. Sprutning för gränsning utförs vanligtvis med ryggspruta. Sprutning, och framför allt insamling av markörer efter sprutning, innebär nära kontakt med och exponering av bekämpningsmedel. Automatiska styrsystem som används i jordbruket skulle kunna användas för att med hög precision navigera i fältförsök. Positionsbestämning via GNSS (Global Navigation Satellite Systems, exempelvis GPS) av registreringar i fältförsök skulle kunna användas för att underlätta hantering av försöksdata, samt minska risken för fel.

Automatiska styrsystem

Automatiska styrsystem för lantbruksmaskiner kan med hjälp av GNSS styra fordon med hög precision och används frekvent i jordbruket. Med RTK-mottagare (Real-Time Kinematic) erhålls en noggrannhet på ca ± 2 cm (Tucker m.fl., 2002). System för automatisk styrning kan kopplas till i stort sett alla fordon med hydrauliskt styrsystem (Martinsson, pers. medd., 2008).

Positionering via GNSS

GIS (geografiska informationssystem) används för att hantera information med geografisk koppling, t ex digitala kartor. Instruktioner och dokumentation från fältförsök skulle med fördel kunna hanteras i datorbaserat GIS. Med hjälp av automatisk positionering skulle registreringar i fält kunna kopplas till en viss försöksruta med hjälp av GIS.

Tidigare studier har visat att GNSS-teknik kan användas för att effektivisera utförandet av fältförsök, framför allt genom att fler försöksrutor kan anläggas med samma resurser, vilket innebär ett bättre underlag för den statistiska utvärderingen (Jørgensen m.fl., 2007).

Syfte

Första delen av projektet syftade till att få till stånd två i praktiken användbara system för GNSS-baserad navigation vid åtgärder i fältförsök, samt att studera möjligheter och hinder för att använda denna teknik. Andra delen i projektet syftade till att ge förslag på hur registreringar och åtgärder i försöken kan dokumenteras och analyseras med hjälp av GNSS och GIS. Det övergripande syftet var att hitta metoder som effektiviserar försöksutförandet.

Mål

Alla intressenter av fältförsök vinner på effektivare försöksutförande. Förhoppningen var att projektet skulle visa att det är möjligt att lägga ut försök med mindre resurser. En viktig aspekt var att projektet kunde visa på metoder för att enkelt öka antalet upprepningar, och därmed säkerheten i försöken, utan att kostnaderna behöver öka i samma omfattning.

Del 1. Gränsning med GNSS

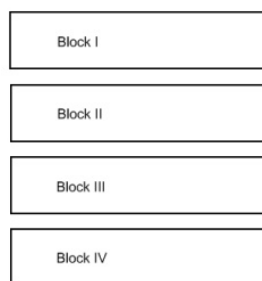
Material och metoder

Projektets huvudsakliga syfte var att få tillstånd två i praktiken användbara system för GNSS-baserad navigation vid åtgärder i fältförsök hos två olika försökspatruller.

I samarbete med maskinleverantör monterades ett styrsystem för automatisk styrning på den försöksspruta som används vid Hushållningssällskapet i Malmöhus. Befintliga funktioner för navigering kunde användas. En annan utrustning monterades på en försöksmaskin hos HS Konsult. Systemen användes i patrullernas ordinarie arbete och utvärderades på så vis i verkliga situationer under en längre tid. I projektet har två olika metoder för gränsning och utläggning av fältförsök utvärderats. Hos HS Malmöhus utfördes en tidsstudie vid gränsning av två olika blockarrangemang, både med traditionell metod och med autostyrning. Tidigare erfarenhet har visat att manuell gränsning tar längre tid när blocken är arrangerade i ”fyrklöver” (Figur 1), jämfört med fyra rader (Figur 2). Precisionen för gränsningen bedömdes i efterhand genom att gränserna mättes in med HS Malmöhus befintliga GPS-mottagare med Swepos nätverks-RTK.



Figur 1. Blockarrangemang - fyrklövern



Figur 2. Blockarrangemang – fyra rader

Autostyrning hos HS Malmöhus

Hos HS Malmöhus monterades Trimble EZ-Guide 500 RTK med EZ-Steer 500 på den nya försökssprutan (foto på rapportens framsida). Befintligt RTK-nät från DataVäxt användes för RTK-korrektion.

Autostyrning hos HS Konsult AB

HS Konsult använde under projektet en MacTrac redskapsbärare (www.mactrac.se) (Figur 3) tillsammans med en spruta som kan användas för gränsning av försök. MacTrac utrustades med Trimble EZ-Guide 500 RTK och EZ-Steer 500 (se www.datavaxt.se).

En hos HS Konsult befintlig RTK GPS-mottagare (Trimble MS750) med tillhörande radio användes som basstation i projektet.



Figur 3. MacTrac redskapsbärare

Manuell gränsning

Nuvarande arbetsgång för att markera ut och gränsa ett försök manuellt kan vara:

1. Bestäm lämplig försöksplats när man kommer ut i fält och märk ut första hörnet på försöket.
2. Mät i första riktningen, markera var rutorna börjar och slutar.
3. Mät ut hypotenusan för att erhålla en linje som är vinkelrät mot första riktningen.
4. Mät i andra riktningen, markera var rutorna börjar och slutar. Upprepa markeringen för varje rad i försöket.
5. Markera linjerna med lina eller tätare med markörstickor.
6. Spruta för gränsning.
7. Samla in linan.

Gränsning med GNSS-generell beskrivning

Gränsning av försök kan ske enligt beskrivning nedan, jämför med nuvarande metod enligt bakgrunden ovan. Steg 1 avser det första steget som i huvudsak användes under säsongen 2009.

Steg 1:

1. Bestäm lämplig försöksplats när man kommer ut i fält och märk ut första hörnet på försöket.
2. Kör i första riktningen, markera start- och slutpunkt digitalt. Notera körlinjens bäring.
3. Skapa en ny körlinje med bäring 90 grader skillnad mot första linjen. Kör i andra riktningen. Kontrollera körd stäcka så att körningen blir tillräckligt lång.
4. Ställ in parcellernas längd som arbetsbredd och kör eventuell mittgång och slutlinjen.
5. Återgå till första körlinjen, ställ in önskad bredd på parcellerna och kör alla.

Utläggning av försöket enligt steg 1 kräver ingen förberedande databehandling och kan utföras av en person. I ett mer etablerat system med fler funktioner kopplade till GIS kan gränsning och placering av fältförsöket effektiviseras ytterligare genom att övergå till arbetsgång enligt steg 2 nedan.

Steg 2:

1. Bestäm lämplig försöksplats och rita ut försöket, inkl. körlinjer, i GIS.
2. Kör enligt de digitala körlinjerna i fält.

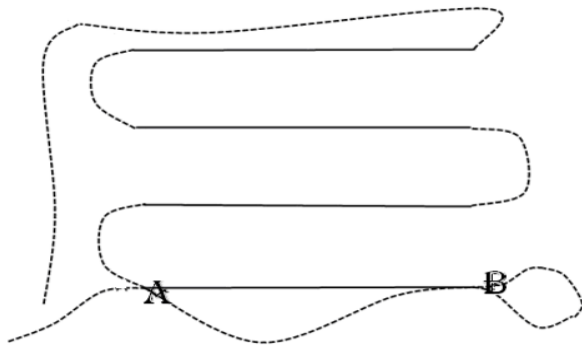
Steg 2 ger möjligheten att planera försökets placering i förhållande till fältets övriga körspår. Det är också möjligt att ta hänsyn till befintliga data om fältet, t ex mätningar med EM 38, skördemätningar, tidigare försöksplacering etc.

Principerna för GNSS-gränsning med Trimble autostyrning

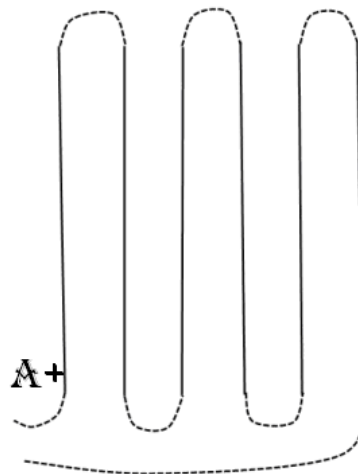
Systemet för autostyrning har inga funktioner som är specialutvecklade för att utföra fältförsök. De funktioner som utnyttjas för att utföra gränsning är:

- Flera körspår i samma fält, med möjlighet att växla mellan de olika körspåren
- Rak AB-linje (rak linje som skär två punkter) (Figur 4)
- A+ (rak linje med definierad riktning som skär en punkt) (Figur 5)

För att GNSS-styrningen ska fungera märker man först ut en AB linje genom att köra till punkten A och i autostyrdatoren ange positionen som "A" och därefter vid punkten B ange positionen som "B" i autostyrdatoren. För att få ut en vinkelrät linje till AB linjen kör man åter till en vald punkt och anger i datorn att man är i punkt A+ samt vilken vinkel man ska köra ifrån AB linjen.



Figur 4. Körspår med rak AB-linje för första riktningen



Figur 5. Körspår A+ för andra riktningen, 90° skillnad mot första riktningen

Arbetsgång

Öppna ett nytt fält, skriv in försöksnamn, välj arbetsbredd (avstånd mellan körspåren) för första riktningen och välj rak AB.

För första riktningen markeras A-punkten i försökets ena hörn. Därefter markeras B-punkten i andra änden. Observera att det måste vara minst 50 m mellan A- och B-punkt. Om försöket inte är så långt så får B-punkten flyttas förbi försöksytan. Kör sedan samtliga spår som ska köras i denna riktning (Figur 4).

För att växla riktning väljs ett nytt körspår. Välj arbetsbredd (dvs avstånd mellan körspår för andra riktningen) och välj A+. Därefter ska det nya spårets riktning läggas in. Första riktningen står som förval. Denna ökas eller minskas 90°.

Ställ fordonet i ena hörnet och markera A-punkten. Kör alla kördrag i den andra riktningen (Figur 5).

Genomförande och resultat av gränsning med GNSS

Förutsättningar

Tidsstudier av gränsning med GNSS utfördes i samarbete med Tofthögs försökspatrull på Borgeby försöksstation 2009-05-14. Två olika försöksdesigner, en ”fyra” (se Figur 2) med 10 led och en ”fyrklöver” (se Figur 1) med 5 led gränsades i vårkorn, både manuellt och med en autostyrd självgående försöksspruta. Två blockarrangemang med två metoder gav fyra försök som gränsades. Parcellstorleken var 3*9 meter. Körgångarna var 3 meter breda. Observera att försöken endast gränsades – inga behandlingar utfördes i försöken.

Utgångsläget för alla gränsningar var en utstakad yta, markerade med en flagga i vardera fyra hörn. Måtten på ytan var alltså endast grovt uppmätta, men vinklarna var korrekta, dvs. vinkelräta.

Tiden för manuell gränsning togs från att utrusningen hämtades från bilen vid försöket tills att den åter låg insamlad i bilen. Blandning av sprutvätska ingick i tiden.

Tiden för GPS-gränsning togs från att maskinen var startad, datorn inställd och maskinen stod framme vid försöket tills att sista linjen sprutats.

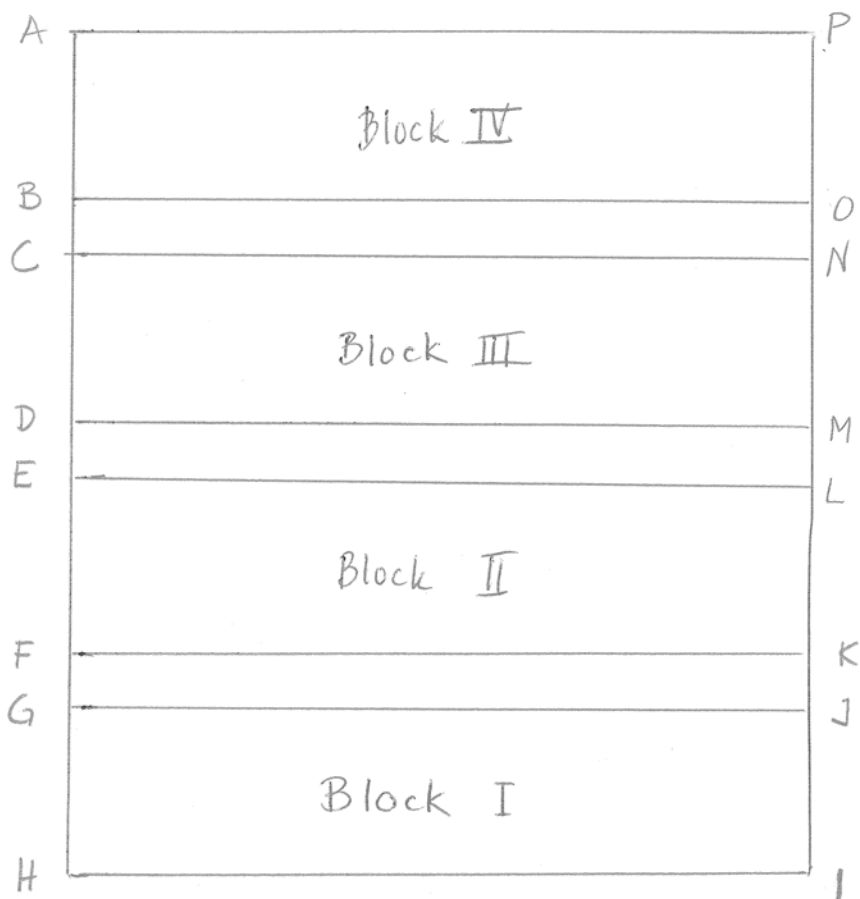
Att göra en korrekt tidsmätning var svårt eftersom det även i normala fall kan uppstå visst trassel för försökspersonalen, men i olika omfattning från gång till gång. Att avgöra vad som är ”normal” tid är därför svårt. Totala driftsstopp pga. ovana exkluderades dock.

I den manuella gränsningen skedde vissa moment parallellt. Tidsstudien utfördes utan upprepningar.

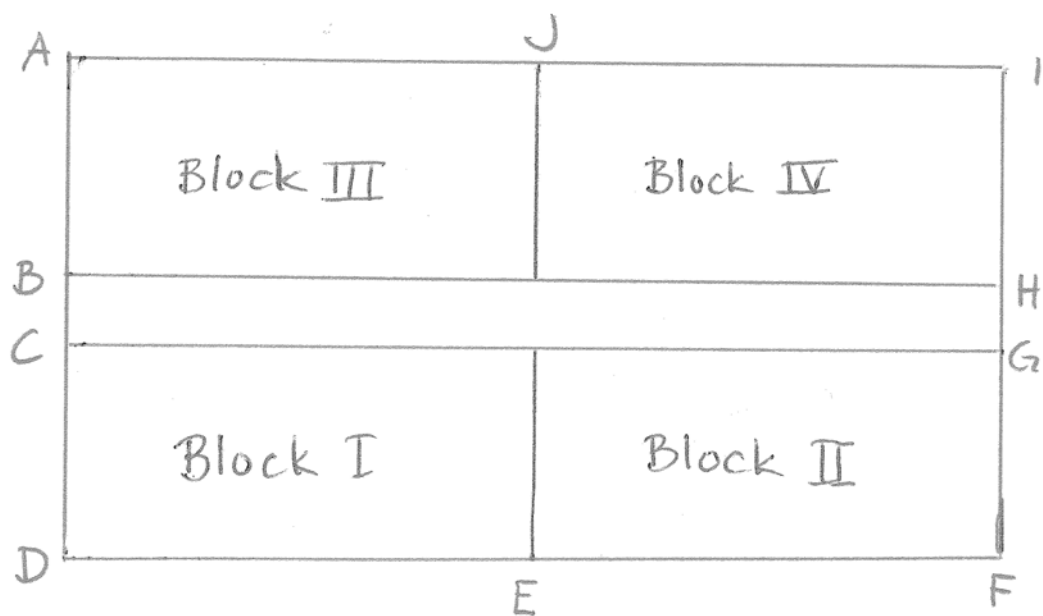
Resultat

För att lättare kunna följa arbetsgången för gränsningsförfarandena som beskrivs i kommande stycken, har alla skärningspunkter mellan linjer märkts ut med bokstäver (Figur 6 och 7).

Den manuella gränsningen illustreras med Figur 8-11. Figur 12 och 13 visar utrustningen som användes för GNSS-gränsning.



Figur 6. Blockarrangemang "fyr"



Figur 7. Blockarrangemang "fyrklöver"

Manuell gränsning av en ”fyra”

1. Måttband drogs mellan hörnflaggorna vid A och H. Pinnar slogs ner vid punkterna A, B, C, D, E, F, G och H.
2. Två snören drogs från D och E till M och L.
3. Måttband drogs mellan hörnflaggorna vid I och P. Pinnar slogs ner vid punkterna I, J, K, L, M, N, O och P.
4. Det ena snöret drogs från L till K – F – G – J – I – H. Det andra snöret drogs från M till N – C – B – O – P – A.
5. Sprutning av sträckorna I – H, G – J, K – F, E – L, M – D, C – N, O – B, A – P.
6. Måttband drogs ut mellan H – I och A – P. Med hjälp av två snören på spjut som fästes i marken markerades de två första parcellångsidorna ut, med början från linjen A - H.
7. Roundup vattnades ut bredvid snöret (alltid på samma sida) med en rampförsedd vattenkanna.
8. De två snörena flyttades två parceller bort. ”Sprutföraren” flyttade ena sidan och medhjälparen den andra sidan. ”Sprutföraren” kom alltid tillbaka till ”sin” sida efter att ha sprutat draget fram och tillbaka.

Manuell gränsning av en ”fyrklöver”

1. Måttband drogs mellan hörnflaggorna vid A och D. Pinnar slogs ner i punkterna A, B, C och D.
2. Måttband drogs mellan hörnflaggorna vid F och I. Pinnar slogs ner i punkterna F, G, H och I.
3. Snöre rullades ut och spändes fast mellan pinnarna vid D och F samt, F – G, G – C, C – B, B – H, H – I, I – A.
4. Måttband drogs ut mellan D – F och A – I. Med hjälp av två snören på spjut som fästes i marken markerades de två första parcellångsidorna.
5. Roundup vattnades ut bredvid snöret (alltid på samma sida) med en rampförsedd vattenkanna.
6. De två snörena flyttades två parceller bort. ”Sprutföraren” flyttade ena sidan och medhjälparen den andra sidan. ”Sprutföraren” kom alltid tillbaka till ”sin” sida efter att ha sprutat draget fram och tillbaka.



Figur 8. Grov utstakning av försöksytan



Figur 9. Dragning av markeringssnören



Figur 10. I väntan på bättre tider.....



Figur 11. Manuell sprutning

GPS-gränsning av en ”fyra”

1. Körde till FG – tryckte in position ”A” i autostyr dator.
2. Körde runt försöket och eventuellt ytterligare en bit bort för att förflytta ekipaget minst 50 meter från position ”A”. Körde i riktning mot KJ och markerade detta som position ”B” i autostyr dator.
3. Sprutade linjerna FG – JK, LM – DE och BC – NO.
4. Sprutade linjerna P - A och H – I (endast ena sprutaggregatet användes).
5. Körde till H och tryckte in ”A+” samt riktningen (90 °) i förhållande till startlinjen i autostyr datorn.
6. Sprutade linjen H – A (endast ena sprutaggregatet användes) och därefter alla parcellernas långsidor (två sidor åt gången, dvs. man hoppar över varannan parcell), bort till sidan IP.

GPS-gränsning av en ”fyrklöver”

Sprutan sattes igång i farten. Dock var startsträckorna för korta vilket gav något krokiga linjer.

1. Körde till BC – tryckte in position ”A” i autostyr dator.
2. Körde till GH och eventuellt ytterligare en bit bort för att förflytta ekipaget minst 50 meter från position ”A”. Körde i riktning mot GH och markerade detta som position ”B” i autostyr dator.
3. Sprutade linjerna GH – BC.
4. Sprutade linjerna D – F och I – A (endast ena sprutaggregatet användes).
5. Sprutade linjen A – D samt bredvidliggande parcelllångsida. Fortsatte sedan med resterade parcellers långsidor (två sidor åt gången, dvs. man hoppar över varannan parcell), bort till sidan IF.



Figur 12. Inställning av GNSS-styrd spruta



Figur 13. Träning med GNSS-styrd spruta

Tidsstudie

I tabell 1 sammanfattas tidsåtgången för de olika gränsningsmetoderna. Med tiden avses klocktid. Detta innebär att för en ”fyra” så blir den lönegrundande tiden 88 minuter med manuell gränsning och 24 minuter med GNSS-gränsning. För en ”fyrklöver” så blir den lönegrundande tiden 60 minuter med manuell gränsning och 12,5 minuter med GNSS-gränsning.

Tabell 1. Tidsåtgång vid gränsning av två olika försöksdesigner med två olika metoder

	“Fyra”	“Fyrklöver”
Manuellt	2 personer á 44 minuter	2 personer á 30 minuter (Under testet deltog tre personer (normalt är man bara två). Därför blev tiden något kortare. Tid för tre personer var 23 minuter vilket uppskattas till 30 minuter för två personer (vilket är så lång tid som det brukar ta för försökspatrullen))
GNSS	1 person á 24 minuter	1 person á 12,5 minuter

Inmätning med RTK-GPS av gränsade ytor

För att kontrollera noggrannheten av de olika metoderna för gränsning av fältförsök utfördes en kontrollmätning av försöken på Borgeby. Denna gjordes med en GNSS-utrustning av

fabrikat Topcon modell GR-3. Korrigering skedde med hjälp av Swepos nätverks-RTK. Utifrån denna kontrollmätning kan man dra slutsatsen att ur kvalitetssynpunkt är det inte möjligt att särskilja metoderna. Båda resulterade i en gränsning av god kvalitet med raka gränser och en enhetlig rutstorlek.

För och nackdelar med metoderna

Begränsningar med autostyrning:

- Varje gång sprutan stannar så har den svårare att hitta kursen igen. För att inte få en krokig linje i starten måste sprutan därför startas i farten. På just denna maskin var det lagom att starta sprutan när framhjulet passerade punkten man önskade starta sprutningen på.
- Om man backar måste man köra framåt igen innan position matas in i datorn eller sprutning påbörjas. Annars tror datorn att maskinen fortfarande är på väg bakåt. Detta leder då till att maskinen går i fel spår eftersom antennen inte sitter i mitten och vi ställt in olika maskinbredd på respektive sida om antennen. Detta skulle bli något bättre om antennen var centralt monterad.
- Det gäller att ta ut svängarna ordentligt så att det blir en tillräckligt lång startsträcka. Annars hinner inte maskinen hitta rätt spår i tid före parcellen startar.
- Det tar ett tag innan föraren vant sig vid systemet. Innan dess råkar man ut för att maskinen kör krokigt.
- Möjligheten att använda GNSS-utrustning kan begränsas av att antalet synliga satelliter är för få. Hur satellittäckningen för försöksplatsen ser ut under dagen för gränsning måste därför kontrolleras i förväg på Internet så att arbetet kan planeras.
- Om föraren reser sig upp från förarplatsen under drift så skymms antennen med nuvarande placering och GNSS-utrustningen tappar sin position vilket också gör att sprutan tappar korriktningen.

Mer om gränsning med GNSS:

- Tofthög gränsar numera med samma självgående spruta som vi använde i försöket, men då utan autostyrning. Då märker de ut linjerna med stickor, vilket kräver en person extra utöver föraren.

Fördelar med manuell gränsning:

- Lätt att styra var sprutmedlet ska hamna.

Nackdelar med manuell gränsning:

- Kräver två personer.
- Tidskrävande.
- Mindre bra ur arbetsmiljösynpunkt. Risken är stor att "sprutföraren" får Roundup på sig, samt att ryggen blir snedbelastad av att bära vattenkannan.

Mer om manuell gränsning:

- En del försöksstationer använder ej snöre utan sätter ex. upp stickor som man fluktar mellan för att gå rakt.

Erfarenheter från försökspatrullerna av gränsning med GNSS

Hur utrustningen använts

Båda försökspatrullerna har använt gränsningsutrustningen relativt mycket under sommaren och hösten 2009. Detta har utförts under ordinarie arbete i deras fältförsök. Båda patrullerna är mycket nöjda med den nya gränsningsmetoden och kommer att fortsätta gränsa med GNSS även efter att projektet avslutas. Ett av Hushållningssällskapen har redan köpt utrustningen som de provat i projektet och har även låtit fler personer i patrullen utbilda sig på det nya systemet. Det andra Hushållningssällskapet planerar också att köpa utrustning för att använda GNSS i fältförsök.

Det har gått relativt snabbt för personalen att lära sig använda utrustningen och alla tycker att tekniken fungerar bra. Det sparar mycket tid och det räcker med en anställd för att utföra arbetet istället för två. Spårstyrningsdisplayen är lätt att manövrera och förstå sig på. Den mobila basstationen är knepigare och kräver ett större tekniskt kunnande och intresse.

Försökspatrullen på HS Malmöhus har gränsat en hel del försök med långa sträckor (100-150 m), vilket de tycker fungerar suveränt bra och ger ett spikrakt resultat.

HS Malmöhus har bara gränsat försök som inte varit utlagda manuellt. HS Konsult däremot, har även gränsat med GNSS i försök som varit manuellt uppmätta. Då var det tydligt att precisionen för de två olika systemen är olika. Den GNSS-styrda sprutan hamnar inte i de gränser som tidigare mätts upp för hand. Detta beror på att vid manuell uppmätning så utgår man inte från samma mätpunkt hela tiden, eftersom längden på måttbandet normalt är kortare än försöket. Detta leder lätt till mätfel där vissa block eller rutor blir något för smala och andra något för breda. I vanliga fall är inte detta något problem eftersom inte hela parcellens bredd skördas, men med efterföljande GNSS-gränsning riskerar man att gränserna hamnar in i skördeytorna. För att göra detta fel så litet som möjligt, så började HS Konsult att gränsa mitt i försöket och körde sen utåt mot respektive ytterkant av försöket (istället för att köra alla linjer i tur och ordning från höger till vänster i försöket). I försök som kräver att man gränsar i tidigare manuellt definierade ytor (ex. sortförsök) så vore det bästa att även ha mätt upp försöken med GNSS. Detta för att undvika skillnader i mätresultat mellan de två olika metoderna varigenom man riskerar att hamna fel med gränserna.

Ingen av de två patrullerna har provat att använda digitala körlinjer som på förväg ritas upp i GIS. De har inte heller provat att komma tillbaka för att köra efter samma GNSS-linjer igen (ex. att både så och senare gränsa med GNSS i samma försök). Försökspatrullen på HS Malmöhus har kontrollmätt flera av sina GNSS-gränsade försök och gränsningarna är väldigt exakta.

Möjligheter

Förutom besparing av tid och antalet personer som krävs för gränsning, så nämner HS Konsult att en fördel med en GNSS-styrd spruta också kan vara att man kan välja andra kemiska preparat för gränsningen. Vid gränsning med ryggspruta så används Roundup, eftersom detta preparat är någorlunda okej att hantera (dvs. exponering av preparatet innebär relativt liten risk för användaren). Med en självgående spruta så skulle man kunna använda ur hanteringssynpunkt mindre trevliga medel, ex Reglone, med betydligt snabbare effekt än Roundup vilket gör att gränserna blir synliga snabbare. Detta skulle möjliggöra att gränsning av försök kan utföras dagen innan en bekämpning, så att sprutföraren vid bekämpningen nästa dag har tydliga gränser att köra efter.

Problem

Ett problem som båda patrullerna råkat ut för är att GNSS-mottagare ibland tappar kontakten med basstationen eller att antalet satelliter över horisonten varit för få. Då inaktiveras autostyrningen. Kontakten med basstationen kan brytas om avståndet mellan sändare och mottagare blir för långt eller om det kommer störande hinder i vägen såsom kuperad terräng. Vid några tillfällen då satellittäckningen över försöket inte varit tillräcklig för att autostyrningen skulle fungera, så har HS Konsult höjt gränsen för maximalt PDOP (Positional (3D) dilution of precision). Detta innebär att man ökar autostyrningens tolerans för den bristande satellittäckningen. På så vis har de då ändå kunnat fortsätta att nyttja autostyrningen. Detta ger en försämrad precision, men hur mycket noggrannheten i det praktiska gränsningsarbetet har försämrats vet de inte.

Författarnas kommentar:

Om GNSS-mottagaren inte har kontakt med tillräckligt många satelliter eller om satellitkonstellationen (hur satelliterna är lokaliserade på himlen) är för dålig slutar autostyrningen fungera. Maskinen fortsätter då i samma riktning som tidigare och föraren får ta över styrningen. Om det inte finns några markeringsvimplar att flukta efter kan det vara svårt för föraren att på egen hand navigera rätt. Därför är det troligtvis mest lämpligt att avbryta arbetet och invänta bättre satellitkonstellation. Detta problem bör i de flesta fall kunna undvikas genom förberedelser. Dålig GNSS-kvalitet beror oftast på två orsaker. Dels kan det orsakas av dålig satellitkonstellation (enligt ovan), vilket kan kontrolleras på förhand. Den andra orsaken är förlorad korrektion vilket uppstår när mottagaren på försöksutrusningen kommit för långt ifrån basstationen för RTK-korrektion alternativt befinner sig där det är dålig täckning med korrektionssignal via telefon eller radio. Detta avhjälpas genom att välja det alternativ för RTK-korrektion som är bäst anpassat för ändamålet, dvs. har bäst täckning på platsen. Som tidigare nämnt kan det dessutom vara en möjlighet att höja autostyrningens toleransnivå för låg GNSS-kvalitet. För att föraren ska vara beredd om autostyrningen kopplas ur så är det viktigt att bevaka hur GNSS-kvaliteten förändras på monitorn för autostyrningen.

HS Konsult tycker knappt att GNSS-kvaliteten på skärmen behöver studeras eftersom det känns direkt i maskinen när autostyrningen inte längre är inkopplad. Därmed är risken att köra fel mycket liten. Det är troligen så att autostyrningen hela tiden småkorrigerar maskinen vilket ger upphov till små ryckningar. Dessa upphör då autostyrningen kopplar ifrån.

Ett annat problem tycker HS Malmöhus är att man måste köra en viss sträcka innan man kommer fram till försöket och ska starta sprutan för att autostyrningen ska hinna styra in ekipaget rätt. Detta kan ibland vara svårt om försöket ligger lite trångt till. Dessutom kan det ibland av olika anledningar vara önskvärt att kunna stanna till precis framme vid försöket.

Författarnas kommentar: I detta projekt har vi använt "Trimble EZ-Steer 500" hos båda försökspatrullerna, vilket monteras på fordonets befintliga ratt. Denna utrustning är relativt lätt att installera och är billigare än "Trimble Autopilot" som kopplas till hydrauliken för styrningen. EZ-Steer 500 har enklare terrängkompensering (endast två dimensioner) och saknar styrvinkelgivare, vilket innebär att den bara funkar om man kör rakt fram och fungerar dåligt om man kör extremt långsamt (t ex när man stannar). Autopiloten, som har full terrängkompensering i alla dimensioner samt exaktare styrning via hydraulik med styrvinkelgivare för återkoppling, har inte dessa begränsningar. Vid vändning får man styra manuellt efter pilar på skärmen. Eftersom man inte har pinnar att styra efter så kan det vara svårt för föraren att pricka rätt. Därför kräver autostyrningen, oavsett styrsystem, en viss körsträcka efter aktivering för att hinna rätta till felet.

Intressanta utvecklingsområden

- Projektet har visat att teknik för GNSS-gränsning finns och fungerar. För att öka användningen behöver rutiner för olika arbeten, kanske i form av en manual, utarbetas.
- En annan intressant vidareutveckling är att undersöka hur GNSS som monteras på försöksutrustning kan användas för dokumentation till certifieringsprogram av olika åtgärder såsom ex. sprutning.
- Dokumentation av försöksplatsen med GNSS-koordinater skulle vara intressant för att gå bakåt i historiken på ett fält. Detta för att undvika att försök delvis läggs över en gammal försöksyta vilket då ger olika förutsättningar inom den nya försöksytan. Detta är mest av intresse på försöksgårdarna där man lägger ut mycket försök varje år. Vid försök ute hos vanliga lantbrukare är risken troligen obefintlig att försöksplater från tidigare år påverkar.

Del 2. Datainsamling med GNSS

Registrering av avläsning i försök med hjälp av GNSS-positionering

Syftet med denna del av projektet har varit att beskriva ett system för säkrare datainsamling i fält med hjälp av GNSS. Grundtanken är att positionen för inläst data om försöksrutorna registreras med en GNSS-mottagare, för att på så sätt kunna avgöra vilken ruta som data tillhör (Figur 15). Risken att komma fel i rutordning och därmed registrera avläsningar på fel rutnummer skulle därmed minimeras. Automatisk registrering av diverse mätningar i fältförsök kan registreras i en digital kartfil, exempelvis i ESRI Shape-format, där uppgifter om platsen är lagrade som attribut till en punkt. Uppgifterna behöver kopplas till nummer för försöksrutan för vidare statistisk bearbetning. Denna koppling kan göras via punktens koordinater om försökets lokalisering också är definierad i GIS, t.ex. som en polygonfil.



Figur 15. Avläsningar i försök kan göras med GNSS-mottagare kopplad till handdator (t v). Här visas en Recon handdator med Trimble AgGPS 332-mottagare i ryggsäck. Mjukvara för att registrera avläsningar och orientera sig i försöket kan vara exempelvis Farm Site Mate från FarmWorks. Moderna, handhållna GNSS-mottagare med Windows Mobile som operativsystem gör att alla funktioner kan paketeras i en enda handhållen enhet. Trimble GeoXH (t h) kan ge decimeter-noggrann positionering men kräver då att en extern antenn används

Metoden skulle kunna användas för att verifiera manuella avläsningar, men framför allt för att på ett enkelt sätt relatera data från framtida mätteknik till rätt ruta. Med automatisk avläsning i ett försök krävs också automatisk registrering av vilken försöksruta som inläst data tillhör. Annars krävs mycket manuellt arbete i efterhand. I detta projekt har en arbetsmetodik för ogräsräkning med hjälp av bildanalys utarbetats. Målet har inte varit att få fram ett helt färdigt verktyg som direkt kan användas i fält, utan snarare att beskriva metoden för hur ett sådant verktyg skulle kunna konstrueras.

Beskrivning av arbetsmetodik

Denna metod är tänkt att användas för att bedöma variation av ogräsmängd inom försöksplatsen, vid eller strax innan bekämpningstillfället. Metoden har ursprungligen utarbetats i SLF-projektet ”Bildanalys som ett redskap för platsspecifik ogräsbekämpning”. Här presenteras ett sätt att anpassa dessa verktyg till att registrera data i fältförsök. Metoden kan sammanfattas i tre delar:

1. Fotografering med positionsregistrering
2. Bildanalys
3. Data till rätt rutnummer

Fotografering med positionsregistrering

Grundtanken för att länka insamlade data från bildanalys är att positionen för den fotograferade ytan registreras. I förestående SLF-projekt gjordes detta genom att synkronisera GNSS-mottagarens och kamerans klockor, flytta mottagaren med vid fotografering och i efterhand sortera ut vilken position som hör till varje foto. Detta kräver extra manuell datahantering och/eller specialprogram (Börjesson m.fl., 2008; Samor, 2005). Idag finns det dock fler och fler kameratillverkare som ger möjligheten att koppla en GNSS-mottagare direkt till kameran. Fotografiets position sparas då direkt i bildfilens metadata, Exif (Exchangeable Image File Format) (Nikon, [www](http://www.nikon.com)).

För att i efterhand kunna relatera fotografiets position med rätt rutnummer krävs det att GNSS-mottagarens noggrannhet är tillräcklig för att verkligen hamna i rätt försöksruta. Kraven på mottagaren beror alltså på hur stora försöksrutorna är samt hur nära rutans gränser man avser att ta fotografier. De mottagare som levereras av kameratillverkarna är oftast av typen utan korrektion, vilka har en osäkerhet på flera meter. Om det till kameran går att ansluta en extern GNSS-mottagare är det enklare att välja en mottagare med hög precision och därmed minska risken för fel positionsangivelse. På marknaden finns GNSS-mottagare med cm-precision, med sk. RTK-korrektion (Trimble, [www](http://www.trimble.com)). Överföring av positionsdata mellan kamera och GNSS-mottagare sker enligt standarden NMEA 0183 (Nikon, [www](http://www.nikon.com); Trimble, [www](http://www.trimble.com)). Figur 16 visar exempel på utrustning.



Figur 16. Exempel på utrustning som behövs för att samla in positionsangivna fotografier. Kamera (tv), GNSS-mottagare (th), samt kabel för att överföra positionsdata mellan kamera och mottagare (mitten)

Bildanalys

Metoden i SLF-projektet ”Bildanalys som ett redskap för platsspecifik ogräsbekämpning” ger möjlighet att beräkna flera olika parametrar i ett foto taget rakt uppifrån i en spannmålsgröda. Bildanalysen bygger på följande processer:

- Indexering av rött, grönt och blått för att skilja växtlighet från markyta
- Tröskling av föregående index för att bestämma gräns mellan markyta och växter

- Identifiering av grödradernas område som tas bort från fortsatt analys
- Beräkning av ogräsens antal och storlek

För att bildanalysen ska ge rättvisande resultat ställs vissa krav på hur fotografiet är taget. Viktigast är tidpunkten då fotografering utförs. Grödan får inte vara större än att det går att urskilja grödraderna och inte heller så stor så att den skymmer ogräsen mellan raderna. Ju fler ogräs som täcks av grödans blad, ju svårare är det att särskilja gröda och ogräs. Mer detaljer om bildanalysen finns att läsa i Börjesson, m.fl., (2008).

Bildanalys enligt ovan kan i dagsläget endast utföras på datorer med utvecklingsverktyget Matlab. Under 2009 har försök gjorts för att utveckla en fristående programvara som skulle göra det möjligt för varje försöksutförare att själv utföra bildanalysen. Projektet nådde dock inte hela vägen fram till en färdig programvara, utan kräver ett fortsatt arbete. I bilaga 1 går det att läsa mer om denna programutveckling.

I bildanalysprogrammet exporteras resultatet i ett databasformat som kan öppnas i exempelvis MS Excel.

Data till rätt rutnummer

De data som samlas in (i detta exempel fotografiet) registreras med en position, dvs en punkt. Men försöksrutorna är ytor (polygoner på kartan). Man måste alltså ta reda på inom vilken polygon som varje punkt har hamnat. Denna länkning kan enkelt göras i ett GIS (geografiskt informationssystem). Först måste både fotopunkter och försöksrutor in i detta GIS. Exemplet som används här är hämtat från ArcGIS (ESRI, USA).

Fotopunkter till GIS

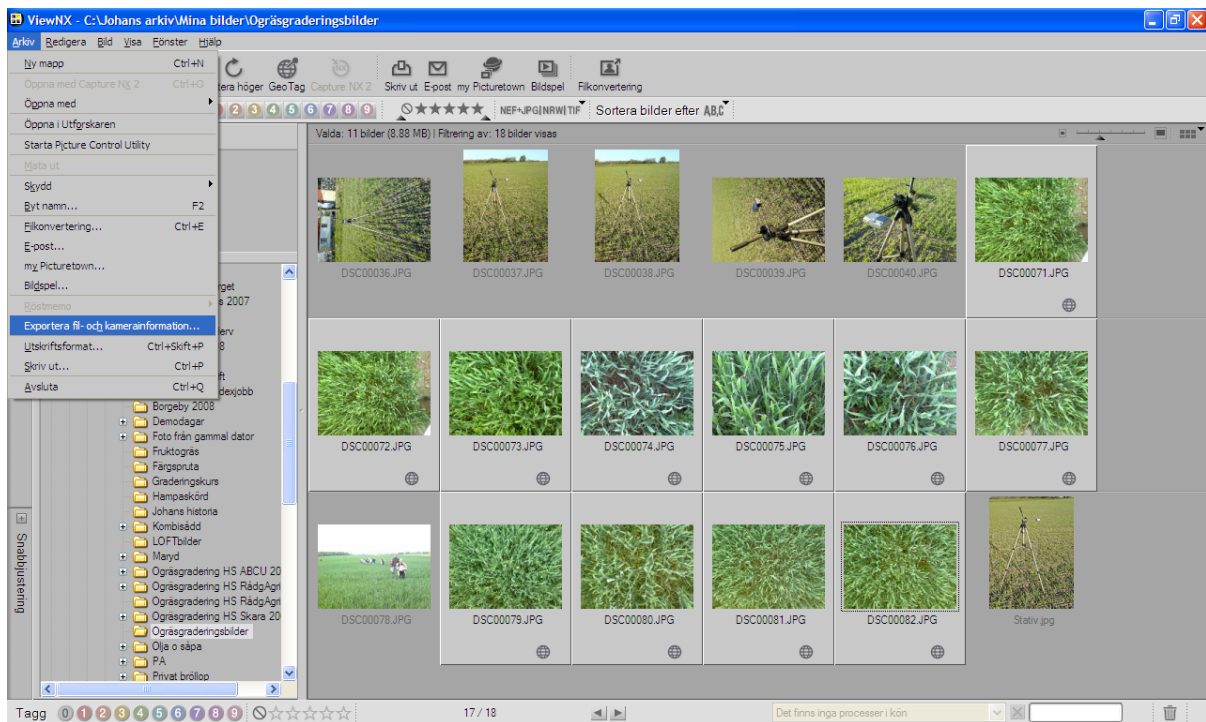
Fotografiets positionsangivelse finns lagrat i filens Exif. Det finns flera olika sätt att läsa Exif-data. Vill man manuellt läsa Exif-data för en enskild fil kan man i Windows Utforskare högerklicka på filen, välja Egenskaper, klicka Sammanfattning och Avancerat. För att enkelt göra sammanställningar för flera filer finns gratis programvara att hämta via Internet, exempelvis ViewNX (Nikon, [www](http://www.viewnexus.com)). Öppna programmet, markera de bildfiler som önskas och välj Arkiv/Exportera fil- och kamerainformation... (Figur 17). Då skapas en textfil med tabell över alla Exif-data som finns till bildfilerna. Textfilen kan öppnas i MS Excel och där läggas samman med resultaten från bildanalysen. Därefter kan den sammanslagna tabellen läggas till som lager i ArcGIS och sparas i ArcGIS filformat för kartor, sk. Shape.

Försöksrutor till GIS

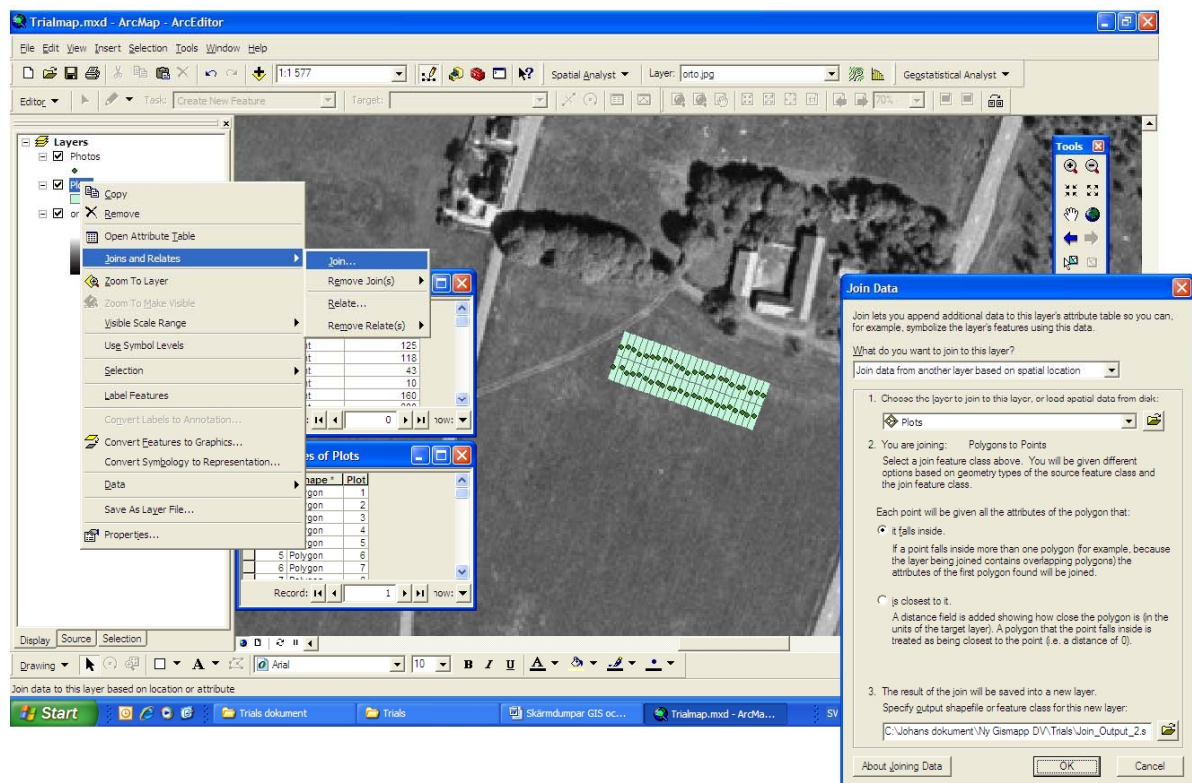
En digital karta av försöksrutorna kan skapas genom att mäta in rutorna med en GNSS-mottagare i fält, alternativt genom skärmdigitalisering utifrån exempelvis ett flygfotografi över försöksplatsen. Detta sker med välkända metoder, men kan skilja sig beroende på vilken utrustning och programvara som används. Detaljerna för detta moment redovisas inte här. Slutresultatet ska vara en kartfil där varje försöksruta definieras av en polygon, där polygonens rutnummer finns angivet i filens attributtabell.

Sammanlänka fotopunkter och försöksrutor

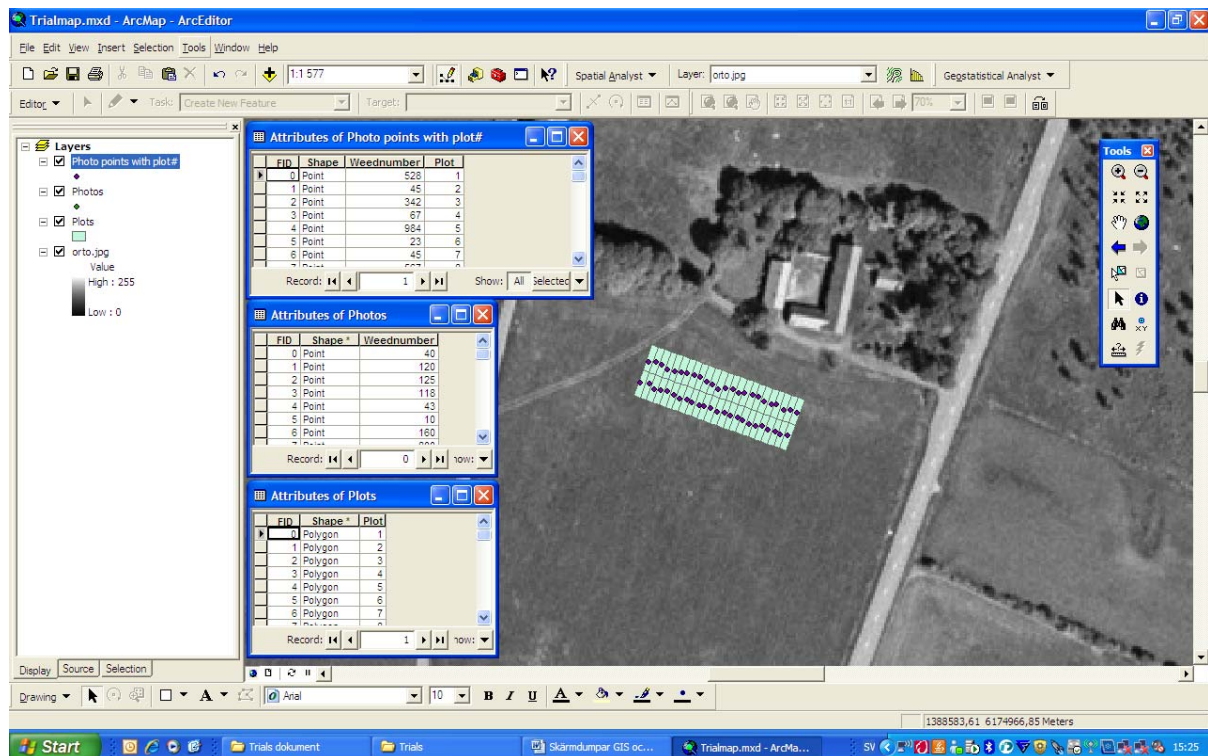
När både fotopunkter och försöksrutor är inlagda som lager i ArcGIS behöver dessa länkas samman. Högerklicka på ett av dessa lager, välj "Joins and Relates" och "Join...". Följ dialogrutan och välj vad du vill att din nya fil ska heta (Figur 18). Den nyskapade filen innehåller en attributtabell med alla data sammanlänkade (Figur 19). Sammanlänkningen gjordes utifrån objektens rumsliga samband. Attributtabellen kan exporteras för att öppnas i exempelvis MS Excel eller något databasprogram.



Figur 17. Export av Exif-data (inkl koordinater) med gratisprogrammet ViewNX från Nikon



Figur 18. Försöksrutor och fotopunkter inlagda i ArcGIS. Funktionen Join vald



Figur 19. Ny fil skapad med funktionen Join. Både rutnummer och antal ogräs i samma tabell

Referenser

- Börjesson, T., Lorén, N., Larsolle, A., Söderström, M., Nilsson, J. & Nissen, K. 2008. Bildanalys som redskap för platsspecifik ogräsbekämpning. Precisionsodling och pedometri, Teknisk Rapport nr 13. Sveriges Lantbruksuniversitet, Skara
- Jørgensen, R.N., Sørensen, C.G., Søgaard, H.T., Kristensen, K. & Christensen, S. 2007. Methodology for a labor extensive and semi-automatde field trial design using autoguidance and conventional machinery. 6th European Conference in Precision Agriculture, Skiathos, Greece, 3-6 juni 2007.
- Martinsson, Johan. Dataväxt. Personligt meddelande, september 2008
- Nikon, www. Digitalkameror – Systemkameror – Proffessional. Information om tillbehöret GPS Cord MC-35. 2009-08-27. www.nikon.se
- Samor, L. 2005. Georeferering av digitala foton. D-uppsats 2005:38, Luleå tekniska universitet, Luleå
- Trimble, www. Receivers. 2009-08-27. <http://www.trimble.com/agriculture/receivers.aspx>
- Tucker, M., Pockness, S., Vellidis, G., Thomas, D., Perry, C., Kvien, C. & Wells, N. 2002. Evaluation of a DGPS RTK Agricultural Vehicle Guidance System. Annual International Meeting/CIGR XVth World Congress, Chicago, USA

Bilaga 1

Fristående program med bildanalysmetod för ogräsförekomst i stråsäd

Detta avsnitt är skrivet av Anders Larsolle, Inst för energi och teknik, SLU Ultuna.
Anders.Larsolle@et.slu.se

Bakgrund

I avslutat forskningsprojekt (Bildanalys som ett redskap för platsspecifik ogräsbekämpning), huvudsakligen finansierat av SLF, har en bildanalysmetod för analys av förekomst av örtogräs i en stråsädesgröda tagits fram. Syftet med detta projekt var att använda bildanalys för att ta fram information om variationer i ogräsförekomst i befintlig gröda. Detta möjliggör en platsspecifik ogräsbekämpningsinsats, såsom exempelvis platsvis dosering av växtskyddsmedel mot ogräs. Metoden är avsedd för en bekämpningssituation där örtogräs skall bekämpas i tidig etablering av en stråsädesgröda, innan stråskjutning och innan full marktäckning. Denna tidpunkt sammanfaller generellt med optimal tidpunkt för bladverkande ogräsmiddel. Ett annat tänkbart användningsområde för denna bildanalysmetod för ogräsförekomst är avläsning av rutor i försök.

Syftet med detta arbete var att göra en fristående applikation av algoritmen som utarbetats i det tidigare projektet. Syftet är att ha en plattform för att kunna demonstrera metoden och för att kunna pröva en praktisk användning av bildanalysmetoden på gård och i fältförsök.

Bildanalysmetoden i det tidigare forskningsprojektet utvecklades i Matlab, ett generellt beräkning och utvecklingsverktyg som används för olika tillämpningar: matematiska och statistiska beräkningar, systemanalys, simuleringsmodeller, livscykelanalys mm. Matlab är dock relativt dyrt för att installera för en enskild tillämpning på slutanvändarnivå. Dessutom är möjligheter att göra användarvänliga grafiska gränssnitt i Matlab begränsade.

Bildanalysmetoden har programmerats i programmeringsspråket C++ med utvecklingsverktyget Microsoft Visual Studio. Programmeringsbibliotek med Matlab's beräkningsfunktioner har använts för att underlätta konverteringen från Matlab-applikationen till en applikation i C++. C++ är ett programmeringsspråk på relativt låg nivå. Detta innebär att utveckling kan ta längre tid än att använda t.ex. Matlab. Applikationen blir å andra sidan relativt snabb, flexibel och oberoende av andra mjukvaruleverantörer.

I de senare versionerna av utvecklingsverktyget Visual Studio finns även stöd för att göra webbapplikationer. Detta underlättar utvecklingen av en web-version av programmet vilken skulle kunna användas för att demonstrera bildanalysmetoden on-line. Användaren skulle även kunna ladda upp egna bilder som sedan analyseras över Internet.

Programmet




En version av programmet i C++ är utvecklat med hjälp av Matlabs (c) funktionsbibliotek. Denna applikation kan:

- läsa in bilder
 - skapa plantindexbilder i gråskala
 - segmentera bilder - skapa logiska bilder där alla gröna plantdelar har hittats
- Gränssnittet och funktionen som redovisas nedan kommer inte i sig att påverkas av hur de bakomliggande algoritmerna programmeras.

Applikationen körs i ett vanligt Windows-fönster (se Figur 20).

Kommandomenyn

Funktionerna ligger i kommandomenyn (se Figur 21) där man kan analysera en bild från fil (SnapAnalyse) alternativt analysera alla bildfiler i en katalog i följd (GrabAnalyse).

På verktygsmenyn finns snabbkappar för "GrabAnalyse"  och "SnapAnalyse" . Med menykommandona "Snap" och "Grab" läses endast bilden in, ingen analys görs. Med Command>Stop stoppas pågående "Grab" och "GrabAnalyse" (även med knappen .

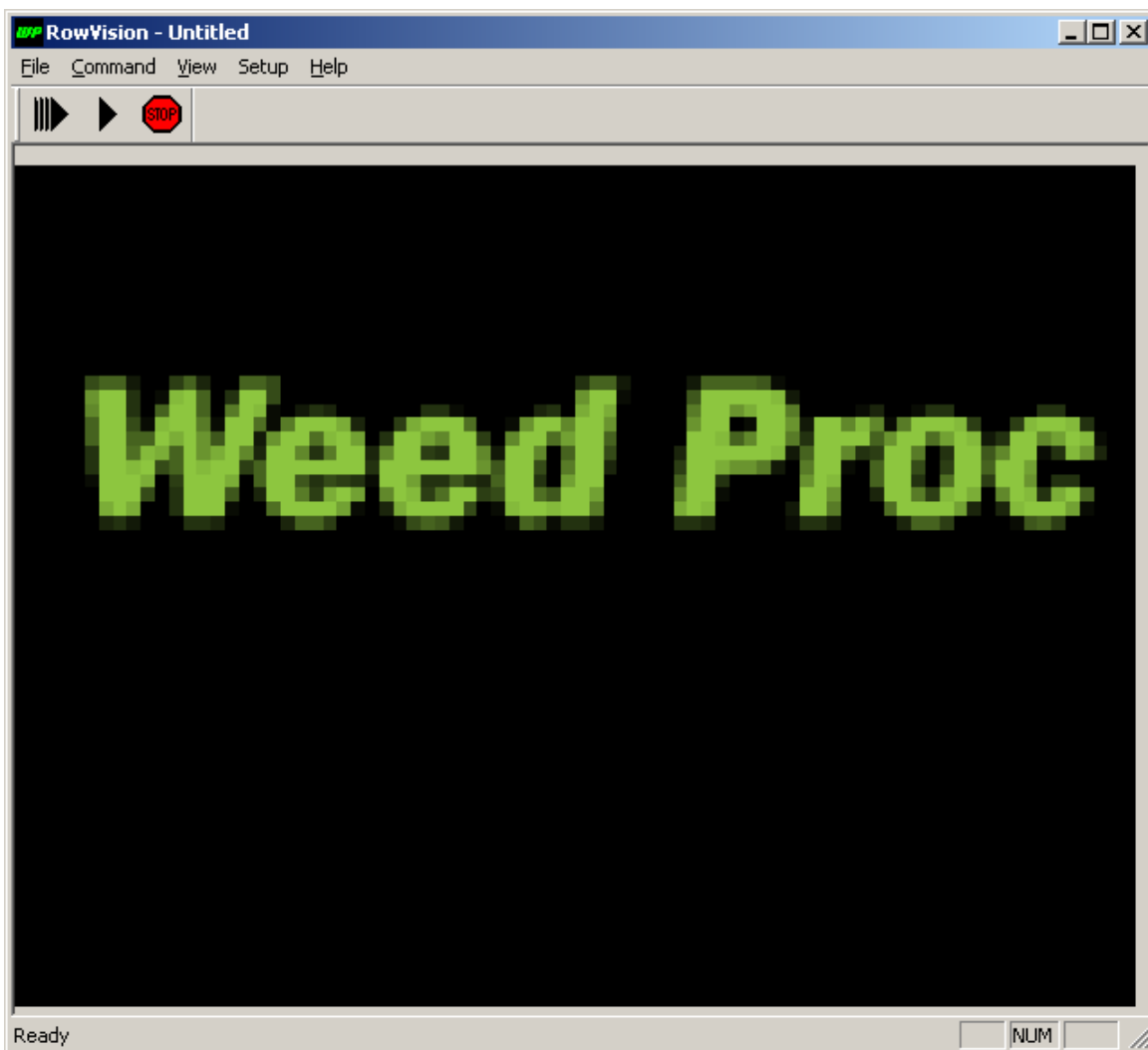
Setup-menyn

Under meny: "Setup" (Figur 22) kan öppna ett dialogfönster man söka upp katalogen där bildfilerna ligger som körs i programmet (Figur 23).

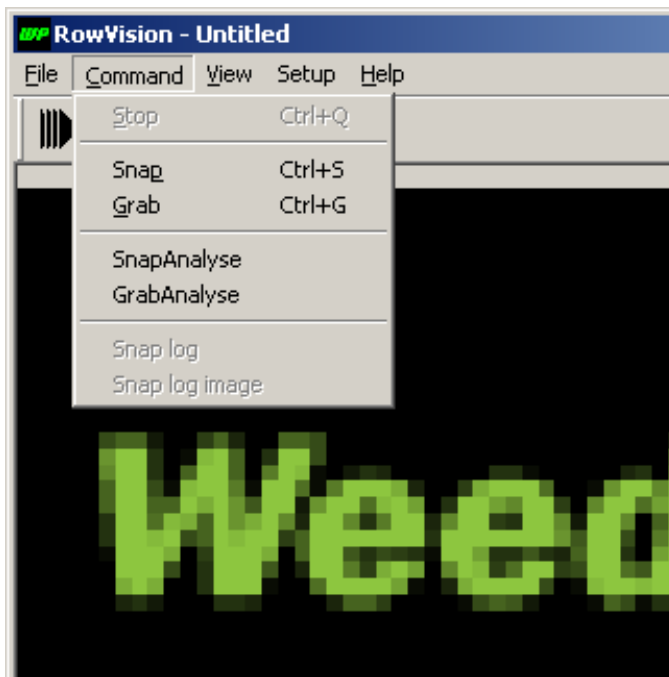
View-menyn

Under meny: "View" (Figur 24) kan man (förutom "Toolbar" och "Statusbar") ställa in vad programmet visar. Alternativen är:

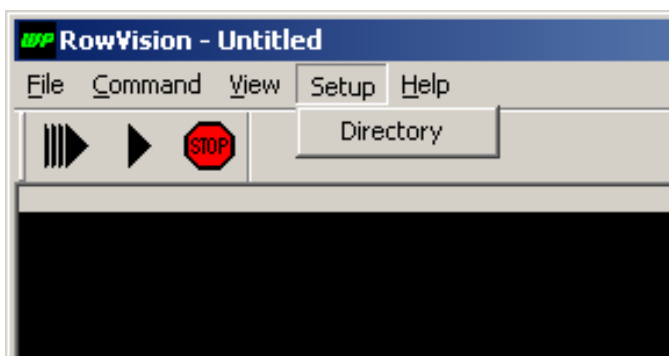
- ingen bild (No image) - ingen bild eller information visas (endast loggan)
- färgbild (RGB image) - detta är standard (se Figur 25)
- plantindexbild (Plant Index image) - gråbilden som visar ett index för grön vegetation (se Figur 26)
- binär bild - (Binary Plant image) - bilden där grön planta visas som vitt och bakgrund svart (se Figur 27)
- plantindexhistogram (Plant Index hist) - frekvensfördelningen för pixelvärden i plantindexbilden (se Figur 28) och tröskelvärde som används för att skapa binärbilden.



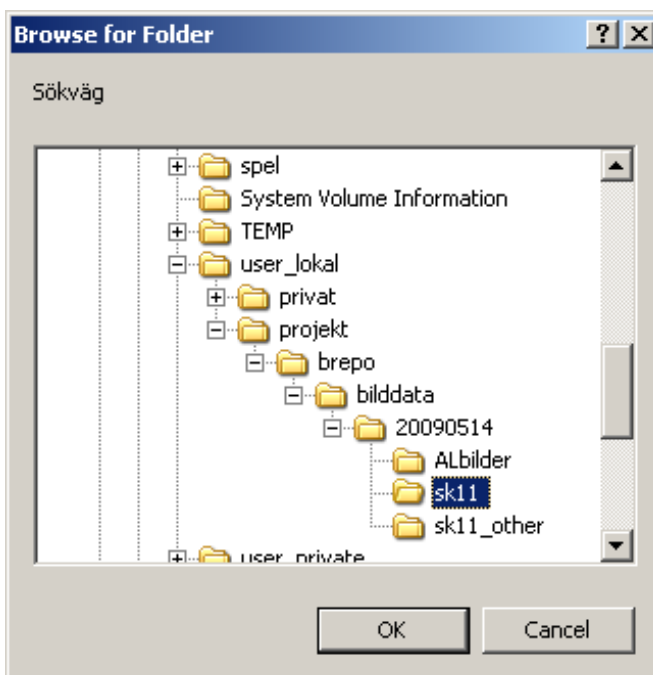
Figur 20. Programmet



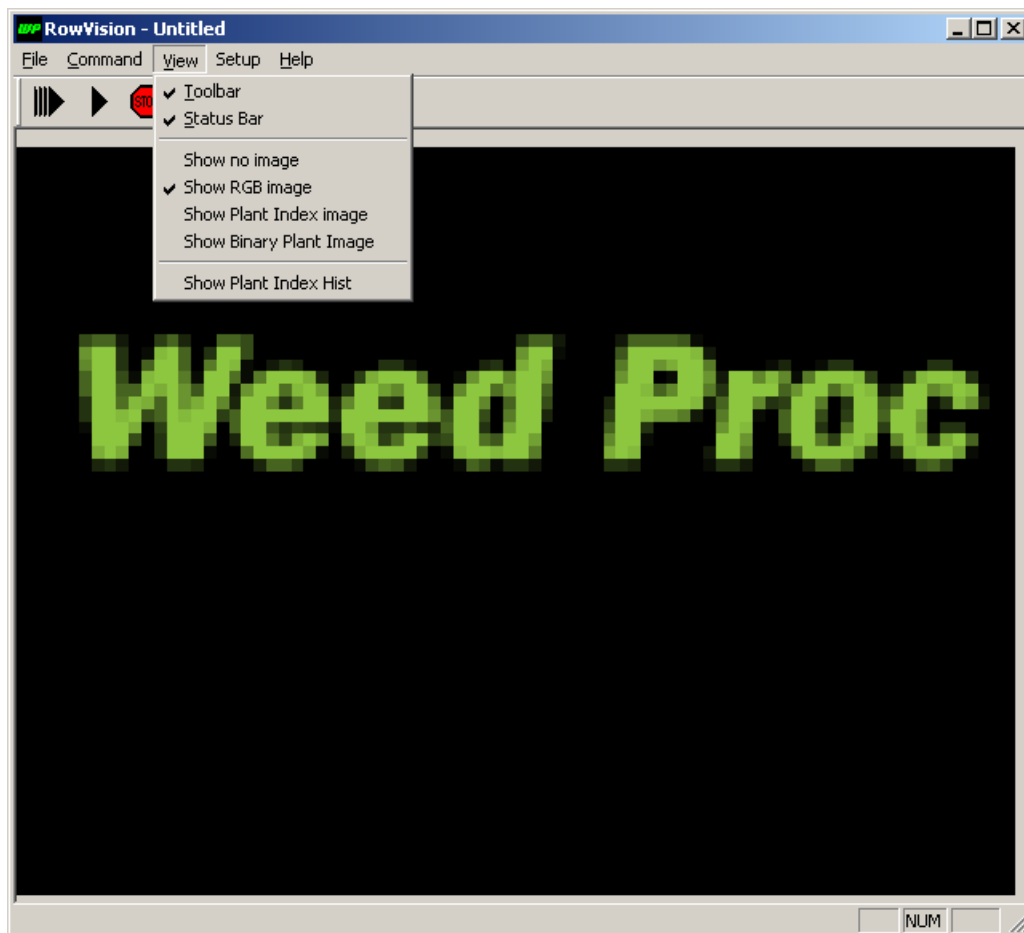
Figur 21. Kommandomenyn



Figur 22. Setup-menyn



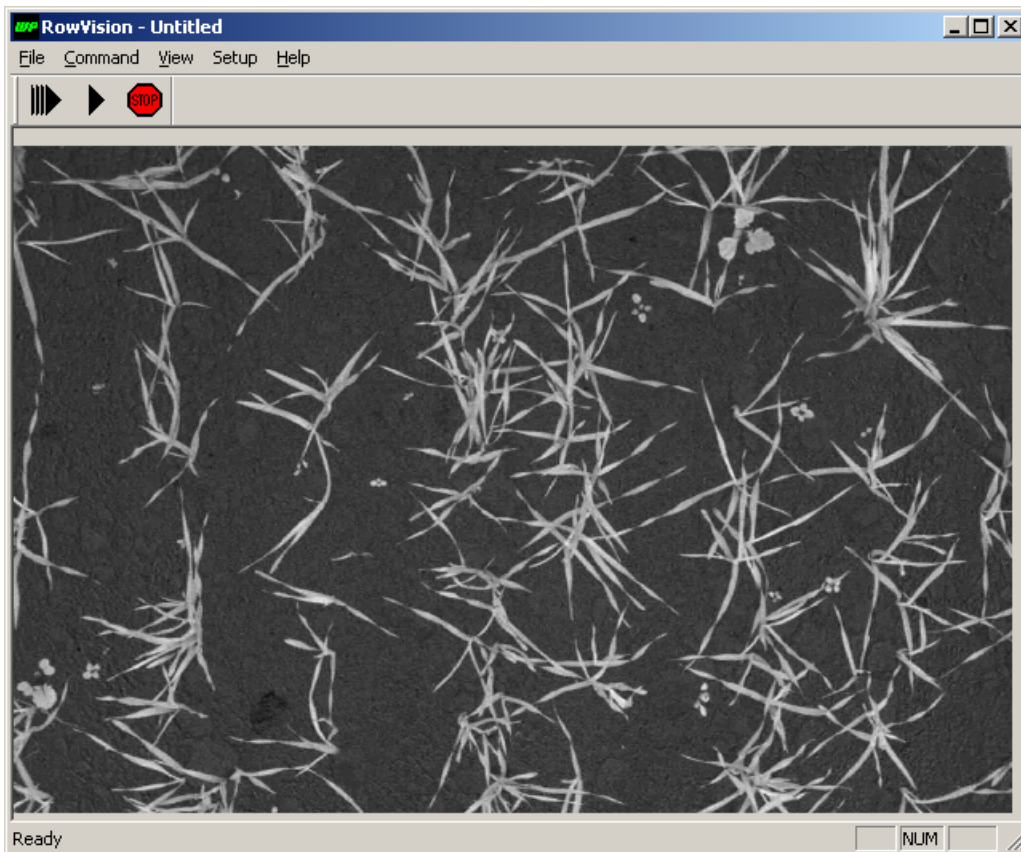
Figur 23. Dialogruta för att ställa in sökväg till bilderna



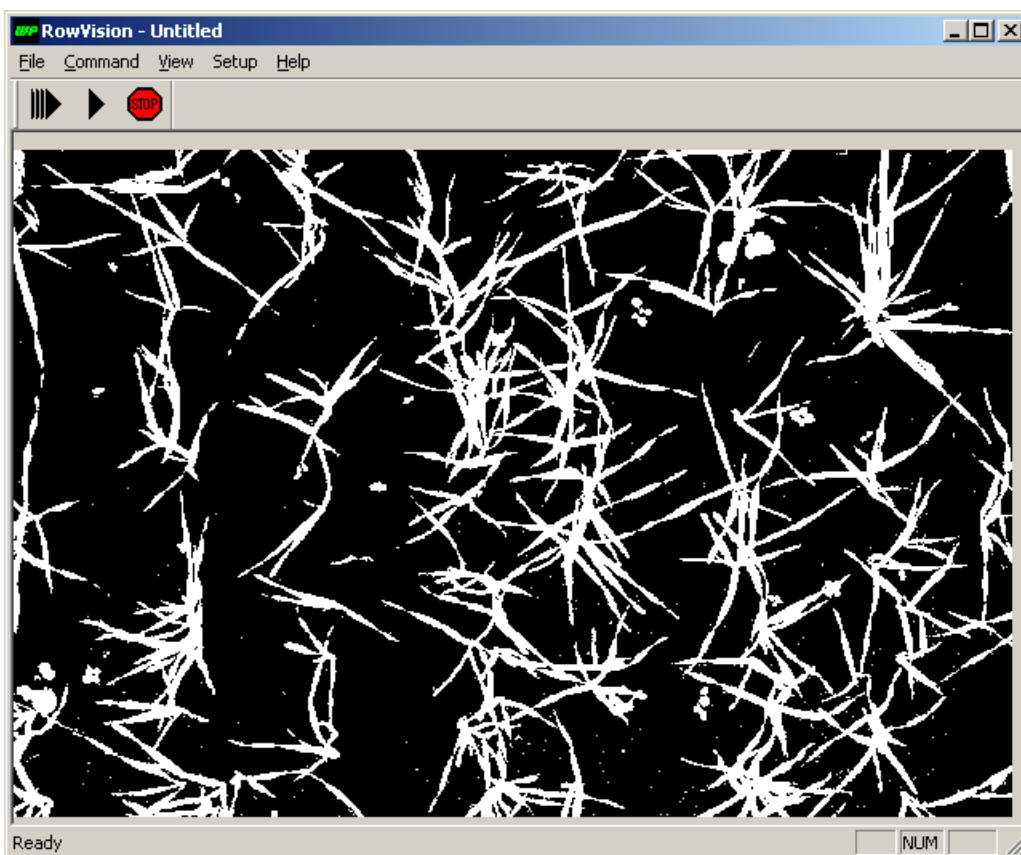
Figur 24. View-menyn



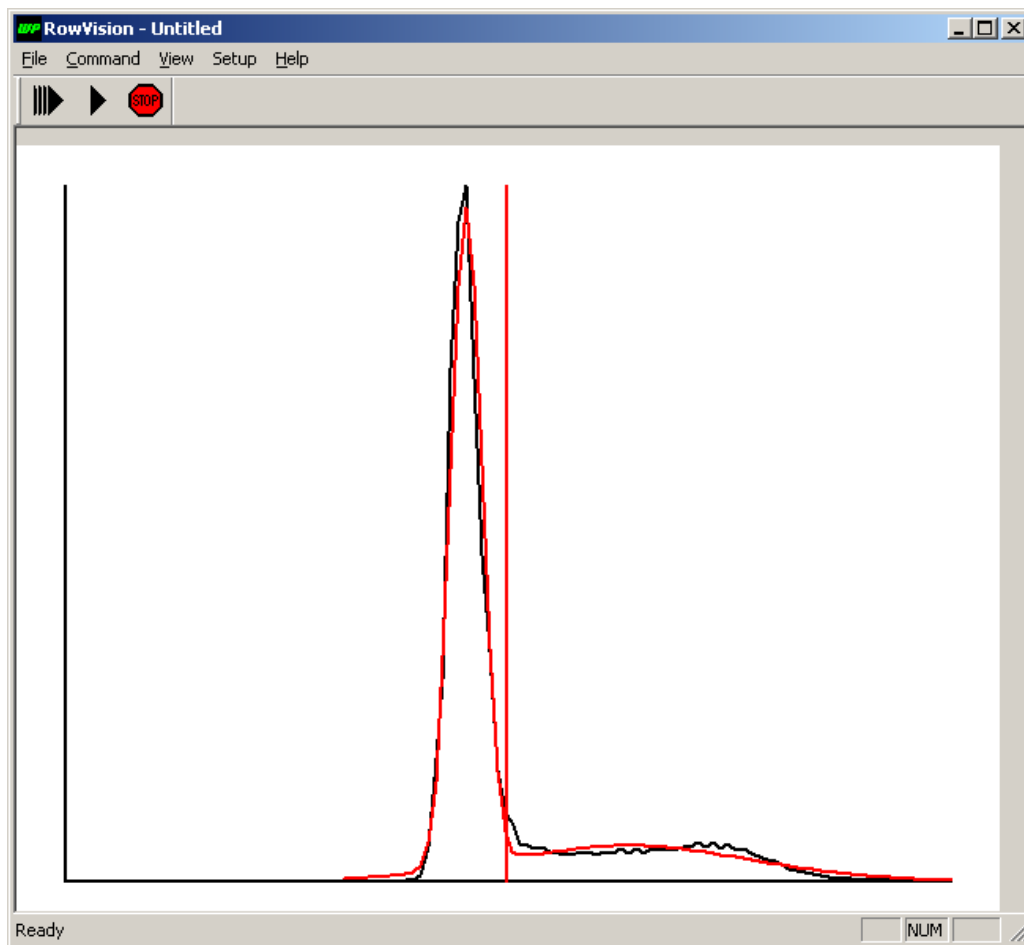
Figur 25. Färgbilden (RGB)



Figur 26. Plantindexbilden (Plant Index image)



Figur 27. Den "trösklade" binära bilden (Binary Plant image)



Figur 28. Histogrammet som visar frekvensfördelningen för pixelvärdena i plantindexbilden (Plant Index hist) samt tröskelvärdet som använts för att skapa binärbilden

Fortsatt arbete

Problemet med denna applikation var att man är beroende av en Matlab-licens. Programmet håller därför på att omarbetas till en version som istället utnyttjar fria programmeringsbibliotek, bl.a. FreeMat (freemat.sourceforge.net) och CLapack (www.netlib.org/clapack).

För att få alla funktioner från den ursprungliga bildanalysalgoritmen i detta program måste dels själva funktionsbiblioteket som kan hantera datamatriser och utföra matrisoperationer göras klart. Detta funktionsbibliotek kommer i stort att ha motsvarande funktionalitet som den ursprungliga Matlab-syntaxen. Detta kommer att göra översättningen till C++ snabbare. Sedan skall själva bildanalysalgoritmen programmeras, detta inkluderar även analys av filtrering av små "objekt i bilden, analys av grödrader och analys av plantobjekt mellan raderna.

Förhoppningen är att få till stånd ett nytt projekt där ovanstående arbete kan genomföras för att nå hela vägen fram till en fristående programvara som skulle göra det möjligt för varje försöksutförare att själv utföra bildanalysen.